

#3  
U3-0145-YK(2)

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

J1002 U.S. PTO

09/988688



11/20/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 9月 6日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-270823

出 願 人

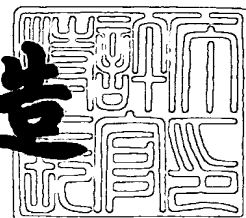
Applicant(s):

株式会社デンソー

2001年10月 1日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3089671

【書類名】 特許願

【整理番号】 IP6198

【提出日】 平成13年 9月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01T 13/32

【発明者】

    【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内

    【氏名】 堀 恒円

【特許出願人】

    【識別番号】 000004260

    【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【代理人】

    【識別番号】 100100022

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 伊藤 洋二

    【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

    【識別番号】 100108198

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 三浦 高広

    【電話番号】 052-565-9911

【選任した代理人】

    【識別番号】 100111578

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 水野 史博

    【電話番号】 052-565-9911

【先の出願に基づく優先権主張】

    【出願番号】 特願2000-358187

    【出願日】 平成12年11月24日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 038287

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9300006

【包括委任状番号】 9701008

【包括委任状番号】 9905390

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 スパークプラグおよびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 取付金具（10）と、

この取付金具に絶縁保持された中心電極（30）と、

この中心電極と放電ギャップ（50）を介して対向する接地電極（40）とを備えるスパークプラグにおいて、

前記接地電極は、レーザ溶接およびアーク溶接のいずれか一方により前記取付金具に溶接されていることを特徴とするスパークプラグ。

【請求項 2】 前記接地電極（40）は全てが I r 合金よりなり、前記取付金具（10）に直接接合されているものであることを特徴とする請求項 1 に記載のスパークプラグ。

【請求項 3】 取付金具（10）と、

この取付金具に絶縁保持された中心電極（30）と、

この中心電極と放電ギャップ（50）を介して対向する接地電極（40）とを備えるスパークプラグにおいて、

前記接地電極は全てが I r 合金よりなり、前記取付金具に直接接合されているものであることを特徴とするスパークプラグ。

【請求項 4】 前記接地電極（40）はレーザ溶接により前記取付金具（10）に溶接されていることを特徴とする請求項 3 に記載のスパークプラグ。

【請求項 5】 前記溶接により形成された前記接地電極（40）と前記取付金具（10）との溶融部（45）の溶け込み深さ（d）が 0.3 mm 以上 1.5 mm 以下であることを特徴とする請求項 1、2 および 4 のいずれか 1 つに記載のスパークプラグ。

【請求項 6】 前記取付金具（10）は F e 基合金よりなり、この F e 基合金は、S、S i、C、M n、P の含有量がそれぞれ、0.15 重量%以下、0.35 重量%以下、0.25 重量%以下、1.5 重量%以下、0.1 重量%以下のいずれか 1 つを満足するものであることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 つに記載のスパークプラグ。

【請求項 7】 前記取付金具（10）は Fe 基合金よりなり、この Fe 基合金は、S、Si、C、Mn、P の含有量がそれぞれ、0.15 重量%以下、0.35 重量%以下、0.25 重量%以下、1.5 重量%以下、0.1 重量%以下のものであることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 つに記載のスパークプラグ。

【請求項 8】 前記接地電極（40）は、50 重量%以上の Pt を主成分とし、Ir、Os、Ni、W、Pd および Ru のうち少なくとも 1 つが添加された合金よりなることを特徴とする請求項 1 に記載のスパークプラグ。

【請求項 9】 前記接地電極（40）は、50 重量%以上の Ir を主成分とし、Rh、Pt、Os、Ni、W、Pd および Ru のうち少なくとも 1 つが添加された合金よりなることを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 つに記載のスパークプラグ。

【請求項 10】 取付金具（10）と、  
この取付金具に絶縁保持された中心電極（30）と、  
この中心電極と放電ギャップ（50）を介して対向する接地電極（40）とを  
備えるスパークプラグの製造方法において、

前記中心電極と前記接地電極との間に前記放電ギャップと実質的に同寸法のスペーサ（60）を介在させた状態で、前記接地電極を、レーザ溶接およびアーク溶接のいずれか一方により前記取付金具に溶接することを特徴とするスパークプラグの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、取付金具と、この取付金具に絶縁支持された中心電極と、この中心電極と放電ギャップを介して対向する接地電極とを備えるスパークプラグおよびその製造方法に関し、例えば、使用環境が厳しく長いプラグ交換時期を必要とするコージェネレーション用のエンジン等に用いて好適である。

【0002】

【従来の技術】

従来、スパークプラグは、耐熱性、耐消耗性の確保のため、耐熱性に優れた N i (ニッケル) 基合金を接地電極として、これを取付金具の一端面に抵抗溶接にて固定し、更に、その接地電極の一端側の中心電極と対向する面に I r (イリジウム)、P t (白金) 等の貴金属チップを溶接している。

## 【 0 0 0 3 】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来のスパークプラグは、接地電極を取付金具の一端面に抵抗溶接により固定しているため、溶接時の加圧により接地電極の沈み込み量にばらつきが発生してしまう。そのため、中心電極と接地電極とのギャップ（放電ギャップ）の寸法がばらつき、溶接後にギャップ調整工程が必要になり、生産性が悪いという問題があった。

## 【 0 0 0 4 】

さらに、上記従来のスパークプラグは、接地電極と取付金具、および接地電極と貴金属チップの、2箇所の溶接が必要であり、生産性が悪いという問題があった。

## 【 0 0 0 5 】

また、本発明者の検討によれば、上記従来のスパークプラグを、コージェネレーション用のエンジン等、燃焼圧が高く熱負荷の厳しい即ち使用環境の厳しいエンジンに用いた場合、次のような問題が生じることがわかった。

## 【 0 0 0 6 】

即ち、上記貴金属チップと母材である接地電極との溶接部において、母材（接地電極）が高温により異常結晶粒界酸化を起こし、これにより当該接合部が損傷をきたすため、貴金属チップが脱落し、放電ギャップ（火花ギャップ）が大幅に拡大してしまう。そして、結果として、高価な貴金属チップを有効活用することができず、寿命を短縮させてしまう。

## 【 0 0 0 7 】

この様な問題に対して、本発明者は、図 1 4 に示す様なスパークプラグを試作検討した。ここで、図 1 4 において、(a) は火花放電部の概略断面図、(b) は (a) における接地電極 4 0 の上視図、(c) は (b) 中の A - A 断面図であ

る。

#### 【0008】

この図14に示す試作品は、Fe基合金（炭素鋼等）よりなる取付金具10と、取付金具10に絶縁支持された中心電極30と、Ni基合金もしくはFe基合金からなる母材41およびこの母材41に溶接固定されたIr合金部材42を有する接地電極40とを備えている。

#### 【0009】

そして、母材41は、中心電極30の先端部31の側方側にて取付金具10に固定され、Ir合金部材42は、その先端部43が中心電極30の先端部31に対向するように母材41の先端部からプラグの径方向に延びており、Ir合金部材42の先端部43と中心電極30の先端部31との対向部に放電ギャップ50が形成されている。

#### 【0010】

上記の試作品によれば、最も高温となる接地電極40の先端部を耐熱性に優れたIr合金部材42とすることで、高温による母材41の異常結晶粒界酸化を防止でき、接合部の温度を低減することができる。また、Ir合金部材42と母材41との溶融部45が、放電ギャップ50の延長線上およびその近傍に存在することが無いから、溶融部45への火花消耗によって放電部材としてのIr合金部材42が脱落するのを防止し、プラグの長寿命化を図ることができる。

#### 【0011】

しかしながら、近年のエンジンの高出力化・高効率化等により、エンジンの熱負荷や振動は更に増大する傾向にある。そのため、上記試作品では、放電部材として耐消耗性に優れたIr合金部材42を使用しているものの、母材41も含めた接地電極40全体の更なる高温化のために、Ir合金部材42の消耗が促進されてしまう。

#### 【0012】

また、振動、熱応力、接合界面酸化により、Ir合金部材42と母材41との接合部が破断しやすく、最悪、母材41からIr合金部材42が脱落してしまうといった場合も想定される。そして、結果として、プラグの寿命を十分に満足す

るものとできないと言う問題が顕在化してくる。

【0013】

なお、中心電極30においては、先端部31であるIr合金チップ31a、本体32とIr合金チップ31aとの溶接部分は絶縁体20により被覆保護されているため、これらチップ31a及び溶接部分においては、上述の接地電極に起こるような放電による消耗等の問題は生じにくい。

【0014】

以上述べてきたように、エンジンの高出力化・高効率化に伴って、貴金属を用いた接地電極の耐久性を今以上に向上させることにより、接地電極の損傷や消耗を抑制し、プラグの寿命を長寿命化させる必要がある。

【0015】

本発明は上記問題に鑑み、取付金具と、この取付金具に絶縁支持された中心電極と、この中心電極と放電ギャップを介して対向する接地電極とを備えるスパークプラグにおいて、接地電極の生産性を向上させることを目的とする。また、接地電極の耐久性を向上させることを他の目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、請求項1に記載の発明では、取付金具(10)と、この取付金具に絶縁保持された中心電極(30)と、この中心電極と放電ギャップ(50)を介して対向する接地電極(40)とを備えるスパークプラグにおいて、接地電極は、レーザ溶接およびアーク溶接のいずれか一方により取付金具に溶接されていることを特徴とする。

【0017】

これによると、レーザ溶接およびアーク溶接は加圧を伴わないので、抵抗溶接のような溶接時の接地電極の沈み込みが発生しない。従って、放電ギャップの寸法ばらつきが少なくなり、溶接後にギャップ調整工程が不要になり、生産性を向上させることが可能になる。

【0018】

請求項2に記載の発明では、請求項1に記載のスパークプラグにおいて、接地



電極（４０）は全てがＩｒ合金よりなり、取付金具（１０）に直接接合されているものであることを特徴とする。

## 【 0 0 1 9 】

これによると、接地電極全体をＩｒ合金より構成しているため、接地電極に関わる溶接部が、取付金具との溶接部の１箇所のみとなり、溶接部の数が減少する。従って、溶接後のギャップ調整工程が不要になることと相俟って、生産性を一層向上させることができる。

## 【 0 0 2 0 】

また、接地電極全体を耐熱性に優れたＩｒ合金より構成しているため、接地電極の酸化や消耗を抑制し、スパークプラグの耐久性を大幅に向上させることができる。

## 【 0 0 2 1 】

請求項３に記載の発明では、取付金具（１０）と、この取付金具に絶縁保持された中心電極（３０）と、この中心電極と放電ギャップ（５０）を介して対向する接地電極（４０）とを備えるスパークプラグにおいて、接地電極は全てがＩｒ合金よりなり、取付金具に直接接合されているものであることを特徴とする。

## 【 0 0 2 2 】

これによると、接地電極全体をＩｒ合金より構成しているため、接地電極に関わる接合部が、取付金具との接合部の１箇所のみとなり、接合部の数が減少する。従って、生産性を向上させることができる。

## 【 0 0 2 3 】

また、接地電極全体をＩｒ合金より構成しているため、接地電極全体の耐消耗性を向上させることができる。それとともに、接地電極を取付金具に直接接合しているため、Ｉｒ合金の接合部が、最も高温となる接地電極の先端即ち放電ギャップから遠くに位置した構成となり、当該接合部の温度を低減することができる。

## 【 0 0 2 4 】

さらに、接地電極に関わる接合部の数が減少することにより、接地電極全体の熱伝導が向上し（熱引き性が向上し）、接地電極の温度を低減することができ、

また、構造の単純化にもつながる。以上のように、本発明によれば、接地電極全体の耐消耗性を向上させると共に、接地電極に関わる接合部の劣化が防止されるため、接地電極の耐久性を向上させることができる。

【 0 0 2 5 】

ここで、接地電極（40）と取付金具（10）との接合は、レーザ溶接やアーク溶接による溶接によって行うことができるが、請求項4に記載の発明のように、レーザ溶接の方が比較的好ましい。

【 0 0 2 6 】

レーザ溶接は、アーク溶接に比べて短時間で高エネルギーを付与することのできる溶接方法であり、比較的高融点のI r合金の溶接に用いれば、適切な接合強度を確保することができる。

【 0 0 2 7 】

請求項5に記載の発明のように、溶接により形成された接地電極（40）と取付金具（10）との溶融部（45）の溶け込み深さ（d）を0.3mm以上1.5mm以下とすることが好ましい。

【 0 0 2 8 】

これは、本発明者の実験検討により求めた好適な範囲であり、この範囲であれば、実用レベルの接合強度を十分に満足することができる。つまり、溶け込み深さが0.3mmよりも小さいと新品時（溶接直後）の接合強度が十分ではなく、1.5mmよりも大きいと溶接時の凝固割れ発生により、新品時の接合強度が低下してしまい、接合信頼性を満足することができない。

【 0 0 2 9 】

また、請求項6に記載の発明のように、取付金具（10）はFe基合金よりなり、このFe基合金は、S、Si、C、Mn、Pの含有量がそれぞれ、0.15重量%以下、0.35重量%以下、0.25重量%以下、1.5重量%以下、0.1重量%以下のいずれか1つを満足するものであることが好ましい。

【 0 0 3 0 】

これは、本発明者の実験検討により求めた好適な範囲であり、この範囲であれば、溶接時の凝固割れによる接合強度の低下を抑制する効果を発揮することがで

きる。

【0031】

ここで、請求項7に記載の発明のように、取付金具（10）はFe基合金よりなり、このFe基合金は、S、Si、C、Mn、Pの含有量がそれぞれ、0.15重量%以下、0.35重量%以下、0.25重量%以下、1.5重量%以下、0.1重量%以下である場合に最も効果が大きく、接地電極と取付金具との接合信頼性をさらに向上させることができる。

【0032】

また、より耐消耗性の高い接地電極を実現するためには、請求項8に記載の発明のように、接地電極（40）は、50重量%以上のPtを主成分とし、Ir、Os、Ni、W、PdおよびRuのうち少なくとも1つが添加された合金であることが好ましい。

【0033】

同様に、より耐消耗性の高い接地電極を実現するためには、請求項9に記載の発明のように、接地電極（40）は、50重量%以上のIrを主成分とし、Rh、Pt、Os、Ni、W、PdおよびRuのうち少なくとも1つが添加された合金であることが好ましい。

【0034】

請求項10に記載の発明では、取付金具（10）と、この取付金具に絶縁保持された中心電極（30）と、この中心電極と放電ギャップ（50）を介して対向する接地電極（40）とを備えるスパークプラグの製造方法において、中心電極と接地電極との間に放電ギャップと実質的に同寸法のスペーサを介在させた状態で、接地電極を、レーザ溶接およびアーク溶接のいずれか一方により取付金具に溶接することを特徴とする。

【0035】

ところで、接地電極を取付金具に抵抗溶接により接合するようにした従来のスパークプラグにおいては、溶接後のギャップ調整工程を不要にすべく、中心電極と接地電極との間に放電ギャップと実質的に同寸法のスペーサ（60）を介在させた状態で接地電極を取付金具に溶接した場合、溶接時の加圧により接地電極の

変形、破損といった問題が発生する。

【 0 0 3 6 】

これに対し、請求項 1 0 に記載の発明によれば、レーザ溶接およびアーク溶接は加圧を伴わないので、スペーサを介在させた状態でも、接地電極を変形、破損させることなく溶接することができる。また、スペーサを放電ギャップと実質的に同寸法にすることで、接地電極の溶接時に放電ギャップの初期値を容易に設定することができる。従って、溶接後のギャップ調整工程を不要にして、生産性を向上させることができる。

【 0 0 3 7 】

なお、上記各手段の括弧内の符号は、後述する実施形態に記載の具体的手段との対応関係を示す一例である。

【 0 0 3 8 】

【発明の実施の形態】

(第 1 実施形態)

以下、本発明を図に示す実施形態について説明する。本実施形態は、例えばコージェネレーションにおける発電機のガスエンジン用のスパークプラグとして用いられる。

【 0 0 3 9 】

図 1 に本実施形態に係るスパークプラグ S 1 の全体構成を示す半断面図を示し、図 2 に図 1 中の丸で囲んだ B 部分（火花放電部）の詳細を示す構成図を示す。なお、図 2 において、(a) は火花放電部の概略断面図、(b) は (a) における接地電極 4 0 の上視図、(c) は (b) 中の C - C 断面図である。

【 0 0 4 0 】

スパークプラグ S 1 は、筒形状の取付金具（ハウジング）1 0 を有しており、この取付金具 1 0 は、図示しないエンジンブロックに固定するための取付ネジ部 1 1 を備えている。取付金具 1 0 の内部には、アルミナセラミック ( $Al_2O_3$ ) 等からなる絶縁体 2 0 が固定されている。

【 0 0 4 1 】

ここで、取付金具 1 0 は、炭素鋼等の F e 基合金よりなり、この F e 基合金は

、S、Si、C、Mn、Pの含有量がそれぞれ、0.15重量%以下、0.35重量%以下、0.25重量%以下、1.5重量%以下、0.1重量%以下のものであることが好ましい。

## 【0042】

中心電極30は絶縁体20の軸孔22に固定され、絶縁体20を介して取付金具10に絶縁保持されており、中心電極30の先端部31は絶縁体20の先端部21から露出するように設けられている。

## 【0043】

図2に示す様に、この中心電極30は、内材がCu等の熱伝導性に優れた金属材料、外材がNi基合金等の耐熱性および耐食性に優れた金属材料により構成された円柱体をなす本体32と、この本体32にレーザ溶接やアーク溶接等により固定された上記先端部31としての円板状のIr合金チップ31aから構成される。

## 【0044】

接地電極40は、その全体がIr合金よりなるもので、取付金具10にレーザ溶接やアーク溶接等により直接接合されており、この接合部から中心電極30の先端部31に向かって延び、中心電極30の先端部31と放電ギャップ（火花ギャップ）50を介して対向している。

## 【0045】

図2に示す例では、接地電極40は、全体として四角柱形状をなし、中心電極30の先端部31の側方側にて取付金具10の一端面12に支持固定されている。なお、図2では、レーザ溶接により接合した例を示している。そして、接地電極40の先端部41が中心電極30の先端部31に対向するように延びており、接地電極40の先端部41と中心電極30の先端部31との対向部に放電ギャップ50が形成されている。

## 【0046】

上記図2では、接地電極40をレーザ溶接により取付金具10の一端面12に溶接固定した例を示しているが、図3に、接地電極40をアーク溶接により取付金具10の一端面12に溶接固定した例を示す。図3において、(a)は火花放

電部の概略断面図、(b)は(a)における接地電極40の上視図、(c)は(b)中のD-D断面図である。

## 【0047】

レーザー溶接とアーク溶接とでは、溶接により形成された接地電極40と取付金具10との溶融部45の形状が異なる。つまり、図2に示す様に、レーザー溶接による溶融部45は、局所的にレーザーを順次当てていくため、所望の溶接領域において複数の溶融部45が順次つながった形状をなしている。

## 【0048】

一方、図3に示す様に、アーク溶接では、所望の溶接領域全体にアーク放電を行うため、1個の溶融部45となっている。ここで、図2及び図3に示す溶融部45の溶け込み深さdは、0.3mm以上1.5mm以下とすることが好ましい。

## 【0049】

また、中心電極30の先端部31としてのIr合金チップ31a、及び、接地電極40は、耐消耗性向上のために、Irを50重量%以上含むIr合金よりなることが好ましい。例えば、50重量%以上のIrに対してRh（ロジウム）、Pt、Os（オスミウム）、Ni、Ru（ルテニウム）、Pd（パラジウム）およびW（タングステン）のうち少なくとも1種が添加されているものを採用できる。

## 【0050】

本例では、両者31a、40共にIr-I0Rh（Ir90重量%、Rh10重量%の合金）よりなり、Ir合金チップ31aは、φ2.4mm、厚さ1.4mmの円板とし、接地電極40は、幅W2.5mm、長さL9.0mm、厚さt1.0mmの四角柱としている。

## 【0051】

ところで、本実施形態によれば、接地電極40全体をIr合金より構成しているため、接地電極40全体の耐消耗性を向上させることができる。それとともに、接地電極40を取付金具10に直接接合しているため、Ir合金の接合部（溶融部45）が、最も高温となる接地電極40の先端部41即ち放電ギャップ50

から遠くに位置した構成となり、当該接合部（溶融部 4 5）の温度を低減することができる。

## 【 0 0 5 2 】

さらに、本実施形態によれば、従来及び上記図 1 4 に示したスパークプラグにおける接地電極のように、Ni 基合金等の母材を介して貴金属チップを接合（溶接）する場合に比べて、接地電極 4 0 に関わる接合部が、取付金具 1 0 との接合部（溶融部 4 5）の 1箇所のみとなるため、接合部（溶接箇所）の数が減少する（従来では少なくとも 2 箇所）。

## 【 0 0 5 3 】

このように、接地電極 4 0 に関わる接合部の数を減少させることにより、接地電極 4 0 全体の熱伝導が向上し（熱引き性が向上し）、接地電極 4 0 の温度を低減することができ、また、構造の単純化にもつながる。以上のように、本実施形態によれば、接地電極 4 0 全体の耐消耗性を向上させると共に、接地電極 4 0 に関わる接合部の劣化が防止されるため、接地電極 4 0 の耐久性を向上させることができる。そして、プラグの交換時期を大幅に拡大することができる。

## 【 0 0 5 4 】

これら本実施形態の効果について、耐久試験を行った結果に基づき具体的に説明する。まず、本実施形態のスパークプラグ S 1 と上記図 1 4 に示したスパークプラグ（比較例）とについて、コージェネレーション用のエンジンを用いスロットル全開（1 6 0 0 r p m）の条件にてエンジン耐久試験を行い、プラグの寿命を放電ギャップ（火花ギャップ）5 0 の拡大量として調べた。

## 【 0 0 5 5 】

この耐久試験における本実施形態のスパークプラグ S 1 としては、上記した本例の材質、寸法を有するものを用いた。即ち、接地電極（材質：Ir-10Rh、幅 W 2. 5 mm、長さ L 9. 0 mm、厚さ t 1. 0 mm の四角柱）4 0 が取付金具 1 0 にレーザ溶接され（溶け込み深さ d は 0. 3 ~ 1. 5 mm）、Ir 合金チップ 3 1 a が  $\phi$  2. 4 mm、厚さ 1. 4 mm の Ir-10Rh よりなる円板であるものとした。

## 【 0 0 5 6 】

また、この耐久試験における比較例のスパークプラグとしては、上記図 1 4 中の母材 4 1 が取付金具 1 0 に抵抗溶接にて接合されたインコネル（登録商標）よりなるものであり、I r 合金部材 4 2 が幅 W 2. 5 mm、長さ L 5. 0 mm、厚さ t 1. 0 mm の四角柱のものであって母材 4 1 にレーザ溶接されたものであり、I r 合金チップ 3 1 a は本実施形態と同様のものを用いた。

## 【 0 0 5 7 】

これら本実施形態及び比較例のスパークプラグを各 6 本作製し、上記エンジン耐久試験を行い、耐久時間（H r）と火花ギャップの拡大量（初期の放電ギャップ 5 0 からの拡大量、単位：mm）との関係を調べた。その結果を図 4 に示す。ちなみに、接地電極 4 0 の先端部（放電ギャップに位置する部位）4 1 の温度は、比較例が 1 0 2 0℃、本実施形態が 9 3 0℃であった。

## 【 0 0 5 8 】

図 4 に示す様に、比較例 6 本のうち 2 本（図中の 2 個のクロスプロット）が、耐久時間 1 0 0 0 時間で接合部（母材 4 1 と I r 合金部材 4 2 との溶接部）が破断したために寿命が終了（耐久終了）し、比較例 6 本のうち 4 本（図中、耐久時間 1 0 0 0 H r 近傍の 4 個の黒三角プロット）が約 1 2 0 0 時間で火花ギャップ 5 0 の大幅拡大による要求電圧上昇のために寿命が終了（耐久終了）している。

## 【 0 0 5 9 】

それに対して、図 4 に示す様に、本実施形態（図中の 6 個の黒丸プロット）では、比較例に対して最低でも寿命が約 6 0 % 長くなっている（約 2 0 0 0 H r）ことがわかる。なお、プラグの寿命は、実用的には火花ギャップ拡大量 0. 3 mm 程度である。

## 【 0 0 6 0 】

これは、比較例の接地電極 4 0 では、溶接箇所が多いため熱伝導性が悪化し、接地電極 4 0 の先端温度が上昇し、その消耗を促進させているのに対し、本実施形態の接地電極 4 0 では、溶接箇所が減少しているため、接地電極 4 0 の先端温度を低減でき、消耗を抑制することができ、また、接合信頼性も十分に確保されているためである。

## 【 0 0 6 1 】



次に、上記図2及び図3に示す様なレーザ溶接を用いたもの、アーク溶接を用いたもの、及び、上記図14に示す比較例について、上記と同様のエンジン耐久試験を行い、I r合金に係る接合部の接合信頼性を接合（引っ張り）強度にて評価した。

## 【0062】

ここで、I r合金に係る接合部（I r合金接合部）は、本実施形態においては、接地電極40と取付金具10との溶接部（溶融部45）であり、比較例においては、I r合金部材42と母材41との溶融部45である。また、試験品の材質、寸法等は、上記図4における耐久試験と同様とした。

## 【0063】

図5は、耐久時間（H r）と接合強度（N）との関係を示す図である。なお、溶融部45の溶け込み深さd（図2参照）は、1.0mmとした。ちなみに、I r合金接合部の温度は、本実施形態では、比較例では870℃、本実施形態では図2及び図3に示すもの共に560℃であった。

## 【0064】

図5に示す様に、比較例（黒三角プロット）では、振動、熱応力、接合界面酸化により、接合強度の低下が顕著であるのに対し、本実施形態では、レーザ溶接を用いたもの（黒丸プロット）、アーク溶接を用いたもの（白丸プロット）ともに、比較例に対して初期の接合強度は劣るものの実用レベルを維持しており、耐久終了（2000H r）まで優れた接合信頼性を維持していることがわかる。

## 【0065】

これは、比較例におけるI r合金接合部が、最も温度の高い接地電極40の先端から比較的近い位置にあるのに対して、本実施形態におけるI r合金接合部は、接地電極40の先端から離れた位置（つまり、接地電極の先端とは反対側であり、接地電極において最も温度が低い端部）にあるので、I r合金接合部の温度を低減できるため、当該接合部に加わる熱応力が低減されると共に、接合界面酸化も抑制されることによる。

## 【0066】

また、図5に示す様に、レーザ溶接を用いたもの（黒丸プロット）は、アーク

溶接を用いたもの（白丸プロット）に比して、高いレベルで接合強度を保持することができるため、本実施形態において、接地電極40と取付金具10との溶接はレーザ溶接にて行う方が好ましい。

## 【0067】

レーザ溶接は、アーク溶接に比べて短時間で高エネルギーを付与することのできる溶接方法であり、比較的高融点のIr合金の溶接に用いれば、適切な接合強度を確保することができる。また、レーザ溶接およびアーク溶接は、抵抗溶接のように加圧を伴わないので、溶接時にスペーサ等を用いて、溶接部やIr合金に負荷をかけることなく、容易にギャップ調整することができる。そのため、ギャップ調整が溶接時に同時にでき、従来のギャップ調整工程が不要となり、工数を低減することができる。

## 【0068】

次に、Fe基合金よりなる取付金具10において、含有される元素即ちS、Si、C、Mn、Pの含有量（元素量）に対する接地電極40と取付金具10との接合信頼性について、上記図5と同様、接合強度（引っ張り強度）にて評価した。このとき、エンジン耐久試験は、上記と同条件であるが、耐久後の接合強度として耐久時間2000Hr後の接合強度を調べた。

## 【0069】

図6は、上記元素量（重量%）と接合強度（N）との関係を示す図であり、接合強度としては、新品時の接合強度（黒丸プロット）、耐久後の接合強度（クロスプロット）を示してある。なお、溶融部45の溶け込み深さd（図2参照）は、1.0mmとした。

## 【0070】

図6から、接合信頼性を確保するためには、Fe基合金よりなる取付金具10において、このFe基合金に含有されるS、Si、C、Mn、Pの含有量（元素量）がそれぞれ、0.15重量%以下、0.35重量%以下、0.25重量%以下、1.5重量%以下、0.1重量%以下のものであることが好ましいことがわかる。

## 【0071】

一方、S、Si、C、Mn、Pの全ての含有量が上記した範囲以上に増加すると、新品時の接合強度が既に大幅に低下してしまうため、耐久後（2000Hr）の接合信頼性を確保することも困難となっている。

## 【0072】

この原因について調べた結果、元素量が多すぎる場合（図6中、S：0.2重量%、Si：0.4重量%、C：0.3重量%、Mn：2.0重量%、P：0.15重量%のもの）、溶接時に、接地電極と取付金具との溶接部において凝固割れが発生し、新品時の接合強度が低下し、接合信頼性を満足することができないことがわかった。

## 【0073】

また、上述したように、レーザ溶接により形成された溶融部45の溶け込み深さdを0.3mm以上1.5mm以下とすることが好ましいが、この根拠について述べる。

## 【0074】

当該溶け込み深さdについて評価するにあたっては、上記図2に示す溶融部45の形態（これをレーザ溶接構造①とする）だけでなく、次の図7に示す様な溶融部45の他の形態（これをレーザ溶接構造②とする）についても行った。なお、図7において、（a）は火花放電部の概略断面図、（b）は（a）における接地電極40の上視図、（c）は（b）中のE-E断面図である。

## 【0075】

上記図2に示すレーザ溶接構造①は、取付金具10のフラットな一端面12に接地電極40を載せ、当該一端面12に対して斜めの方向から接合界面にレーザを照射することにより溶融部45を形成したものである。

## 【0076】

一方、図7に示すレーザ溶接構造②は、取付金具10の一端面12に接地電極40の厚さtと同程度の深さの凹部12aを形成し、この凹部12aにはめ込むように接地電極40を載せ、凹部12aの側面と接地電極40との界面に対して、当該一端面12に垂直な方向からレーザを照射して溶融部45を形成したものである。

## 【 0 0 7 7 】

これら両レーザ溶接構造①及び②について、溶け込み深さ  $d$  を種々変えてエンジン耐久試験を行い、新品時及び耐久後の  $I r$  合金接合部における接合強度（引っ張り強度）を評価した。エンジン耐久試験は、上記と同条件であり、耐久後の接合強度として耐久時間  $2000\text{Hr}$  後の接合強度を調べた。

## 【 0 0 7 8 】

また、 $Fe$  基合金よりなる取付金具 10 における各元素量は、上記図 6 から求められた好ましい範囲の中では最も凝固割れ発生の可能性の高い（つまり接合信頼性の最も低い）元素量（ $S: 0.15$  重量%、 $Si: 0.35$  重量%、 $C: 0.25$  重量%、 $Mn: 1.5$  重量%、 $P: 0.1$  重量%のもの）とした。

## 【 0 0 7 9 】

図 8 は、このような条件にて上記両レーザ溶接構造①及び②について評価し、溶け込み深さ  $d$  (mm) と新品時及び耐久後の接合強度 (N) との関係を示す図である。ここで、図 8 において、黒丸プロット、白丸プロットはそれぞれ、レーザ溶接構造①における新品、耐久後の場合を示し、黒三角プロット、白三角プロットはそれぞれ、レーザ溶接構造②における新品、耐久後の場合を示す。

## 【 0 0 8 0 】

図 8 からわかるように、レーザ溶接による溶融部 45 の構造に関わらず、溶け込み深さ  $d$  が  $0.3\text{mm}$  以上  $1.5\text{mm}$  以下であれば、実用レベルの接合強度を十分に満足することができ、接合信頼性が確保されている。

## 【 0 0 8 1 】

一方、溶け込み深さ  $d$  が  $0.3\text{mm}$  よりも小さいと新品時（溶接直後）の接合強度が十分ではなく、 $1.5\text{mm}$  よりも大きいと溶接時の凝固割れ発生により、新品時の接合強度が低下してしまうため、接合信頼性を十分に満足することができない。よって、レーザ溶接により形成された溶融部 45 の溶け込み深さ  $d$  を  $0.3\text{mm}$  以上  $1.5\text{mm}$  以下とすることが好ましい。

## 【 0 0 8 2 】

## （第 2 実施形態）

図 9 は第 2 実施形態を示すもので、図 9 において、(a) は火花放電部の概略

断面図、(b)は(a)における接地電極40の上視図、(c)は(a)のH-H断面図である。

【0083】

本実施形態は、中心電極30と接地電極40との間に放電ギャップ50と実質的に同寸法の厚さのスペーサ60を介在させた状態で、接地電極40を取付金具10にレーザ溶接やアーク溶接で溶接し、その溶接が完了後スペーサ60を抜き取るようにしたもので、その他の点は第1実施形態と共通する。

【0084】

ところで、中心電極30と接地電極40との間にスペーサ60を介在させた状態で接地電極40を取付金具10に抵抗溶接した場合、溶接時の加圧により接地電極40の変形、破損といった問題が発生する。

【0085】

これに対し、本実施形態によれば、レーザ溶接およびアーク溶接は加圧を伴わないので、スペーサ60を介在させた状態でも、接地電極40を変形、破損させることなく溶接することができる。また、スペーサ60を放電ギャップ50と実質的に同寸法にすることで、接地電極40の溶接時に放電ギャップ50の初期値を容易に設定することができる。従って、溶接後のギャップ調整工程を不要にして、生産性を向上させることができる。

【0086】

(第3実施形態)

図10は第3実施形態を示すもので、図10において、(a)は接地電極40と取付金具10の溶接部の概略断面図、(b)は(a)の上視図である。

【0087】

上記実施形態では、曲げ加工をしない接地電極40を用いたが、本実施形態は、予め略L字状に曲げ加工された接地電極40を、取付金具10にレーザ溶接やアーク溶接で溶接するようにしたもので、その他の点は第1実施形態と共通する。

【0088】

ところで、一般的に抵抗溶接では曲がった素材を溶接することが困難である。

そこで、接地電極 4 0 を取付金具 1 0 に抵抗溶接する場合、曲げ加工を施していない接地電極 4 0 を溶接した後、接地電極 4 0 を略 L 字状に曲げ加工して放電ギャップ 5 0 を調整する。しかし、接地電極 4 0 に非常に硬い材料を用いた場合、溶接後の曲げ加工時に溶接部に大きな力が加わり、破断してしまうといった問題が発生する。

## 【 0 0 8 9 】

これに対し、レーザ溶接およびアーク溶接は曲がった素材の溶接が可能であるため、本実施形態のように、予め曲げ加工された接地電極 4 0 を取付金具 1 0 に溶接することができる。従って、溶接後の曲げ加工が不要になり、上記した破断の問題が発生しない。

## 【 0 0 9 0 】

## (第 4 実施形態)

図 1 1 は第 4 実施形態を示すもので、図 1 1 において、(a) は火花放電部の概略断面図、(b) は (a) の上視図である。

## 【 0 0 9 1 】

本実施形態は、中心電極 3 0 と接地電極 4 0 との間に放電ギャップ 5 0 と実質的に同寸法の厚さのスペーサ 6 0 を介在させた状態で、接地電極 4 0 を取付金具 1 0 にレーザ溶接やアーク溶接で溶接し、その溶接が完了後スペーサ 6 0 を抜き取るようにしたもので、その他の点は第 3 実施形態と共通する。

## 【 0 0 9 2 】

本実施形態によれば、スペーサ 6 0 を放電ギャップ 5 0 と実質的に同寸法にすることで、接地電極 4 0 の溶接時に放電ギャップ 5 0 の初期値を容易に設定することができる。従って、溶接後のギャップ調整工程を不要にして、生産性を向上させることができる。

## 【 0 0 9 3 】

## (他の実施形態)

上記各実施形態では、中心電極 3 0 の先端部 3 1 および接地電極 4 0 を I r 合金製としたが、それらは、P t を 5 0 重量%以上含む P t 合金製としても、耐消耗性を向上することができる。この場合、例えば、5 0 重量%以上の P t に対し

て、I r、O s、N i、W、P dおよびR uのうち少なくとも1種が添加されているものを採用できる。

## 【0094】

さらに、本発明は、以下に示すような種々の変形例が可能である。

## 【0095】

図12は接地電極40の配置形態を種々変更した例であり、図12において、(a)～(d)は接地電極40が2つあるいわゆる2極プラグの例である。なお、(b)は(a)の概略断面図、(d)は(c)の概略断面図である。つまり、接地電極40の数は2個でも3個以上でもよい。

## 【0096】

また、図12において、(e)及び(f)は、接地電極40が中心電極30の先端部31上を跨いで放電ギャップ50を形成しているものである。なお、(f)は(e)の概略断面図である。これら図12に示すようなスパークプラグにおいても、上記各実施形態と同様の特徴部を有するものとすれば、同様の作用効果を得ることができる。

## 【0097】

さらに、図13は、接地電極40の取付金具10への溶接形態を変形した例を示す図である。図13において、(a)及び(b)は、取付金具10の一端面12に凸部12bを形成し、この凸部12bに接地電極40を溶接した例である。なお、図13の(a)は(b)のF-F断面図である。

## 【0098】

また、図13において(c)及び(d)は、取付金具10の一端面12に凹部12aを形成し、この凹部12aに丸棒状の接地電極40をはめ込み、その接地電極40の直上からレーザを照射して溶融部45を形成し、接合したものである。なお、図13の(d)は(c)のG-G断面図である。これら図13に示すようなスパークプラグにおいても、上記各実施形態と同様の特徴部を有するものとすれば、同様の作用効果を得ることができる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

第 1 実施形態に係るスパークプラグの全体構成を示す半断面図である。

【図 2】

図 1 中の B 部（火花放電部）の詳細構成図である。

【図 3】

接地電極をアーク溶接により取付金具に溶接固定した構成を示す図である。

【図 4】

エンジン耐久試験における耐久時間と火花ギャップ拡大量との関係を示す図である。

【図 5】

エンジン耐久試験における耐久時間と I r 合金接合部の接合強度との関係を示す図である。

【図 6】

エンジン耐久試験における取付金具の元素量と I r 合金接合部の接合強度との関係を示す図である。

【図 7】

I r 合金接合部のレーザ溶接による溶接構造の他の例を示す図である。

【図 8】

溶融部の溶け込み深さ d と I r 合金接合部の接合強度との関係を示す図である。

【図 9】

第 2 実施形態に係るスパークプラグの火花放電部の詳細構成図である。

【図 1 0】

第 3 実施形態に係るスパークプラグの接地電極 4 0 と取付金具 1 0 の溶接部の詳細構成図である。

【図 1 1】

第 4 実施形態に係るスパークプラグの火花放電部の詳細構成図である。

【図 1 2】

本発明において接地電極の配置形態を種々変更した変形例を示す図である。

【図 1 3】



本発明において接地電極の取付金具への溶接形態の変形例を示す図である。

【図 1 4】

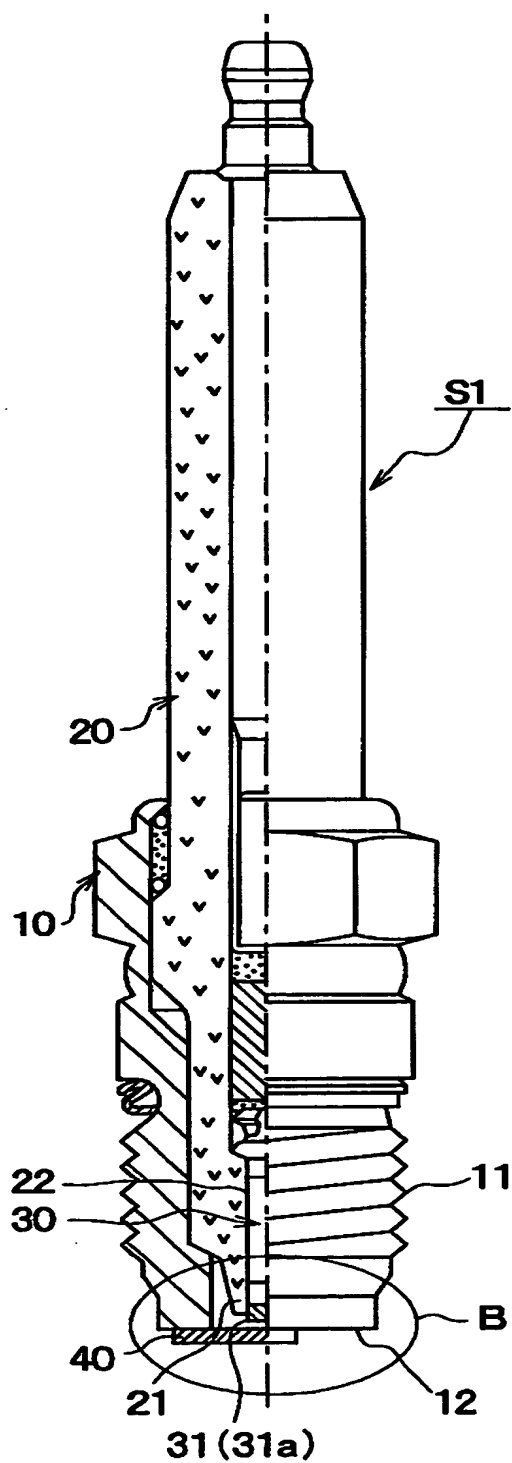
本発明者が試作したスパークプラグの構成を示す図である。

【符号の説明】

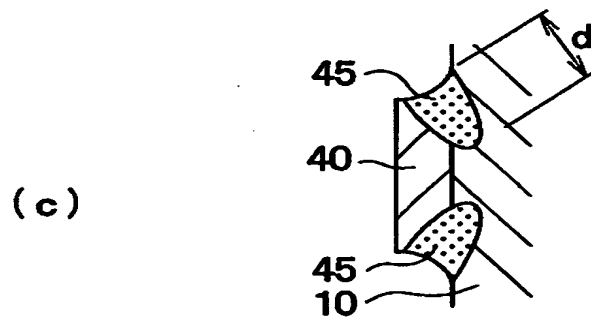
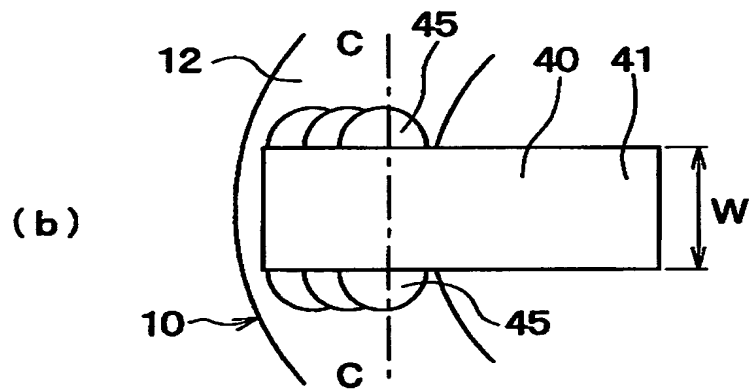
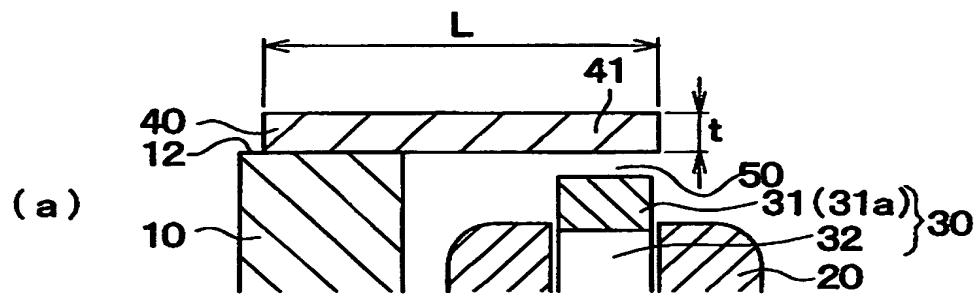
1 0 … 取付金具、 3 0 … 中心電極、 4 0 … 接地電極、 4 5 … 溶融部、  
5 0 … 放電ギャップ（火花ギャップ）。

【書類名】 図面

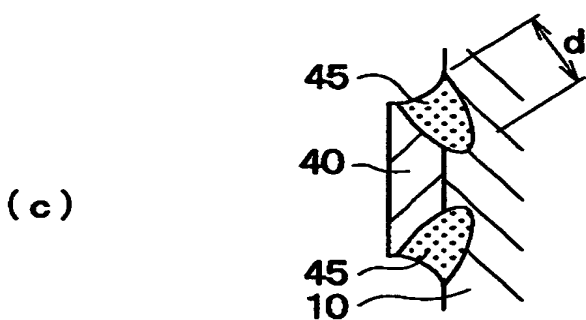
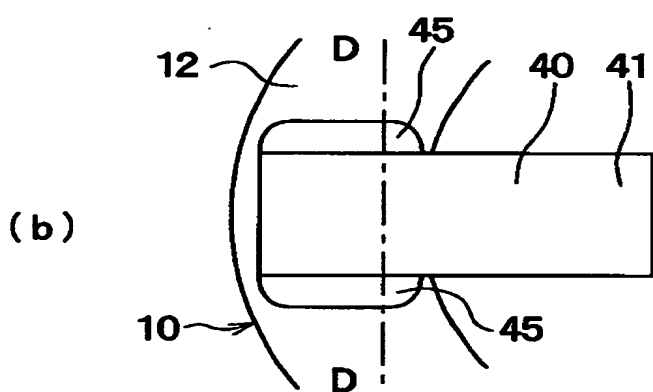
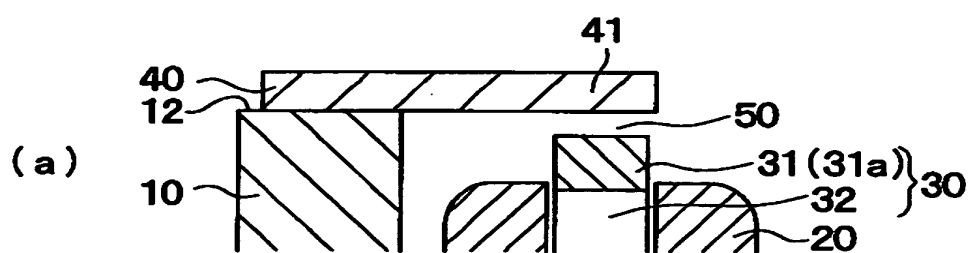
【図 1】



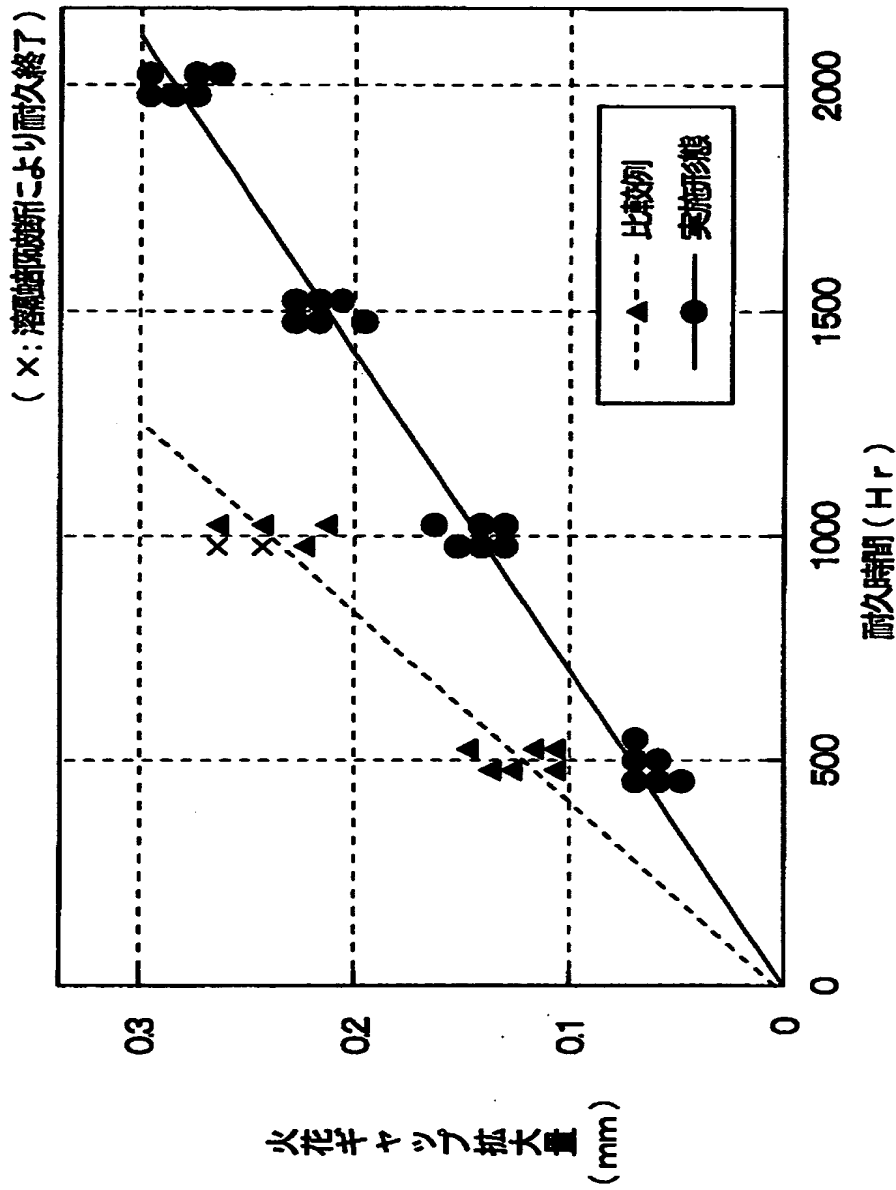
【図 2】



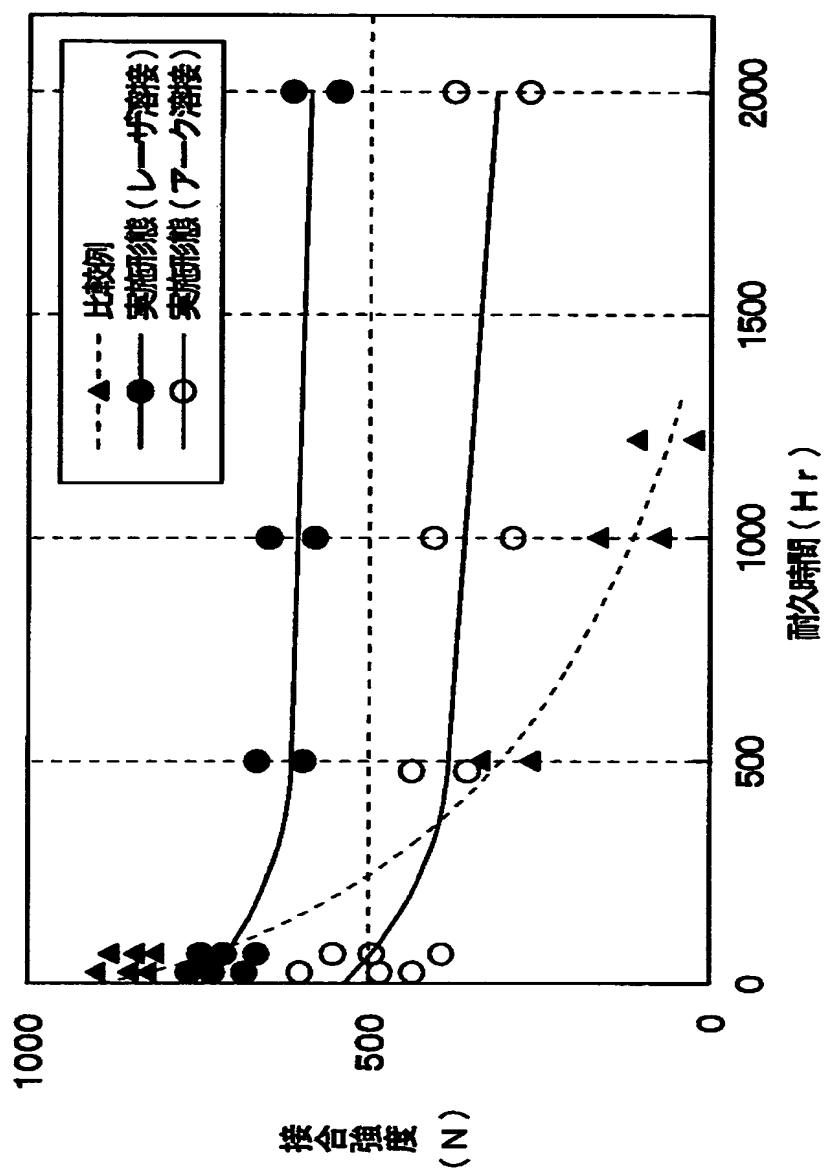
【図 3】



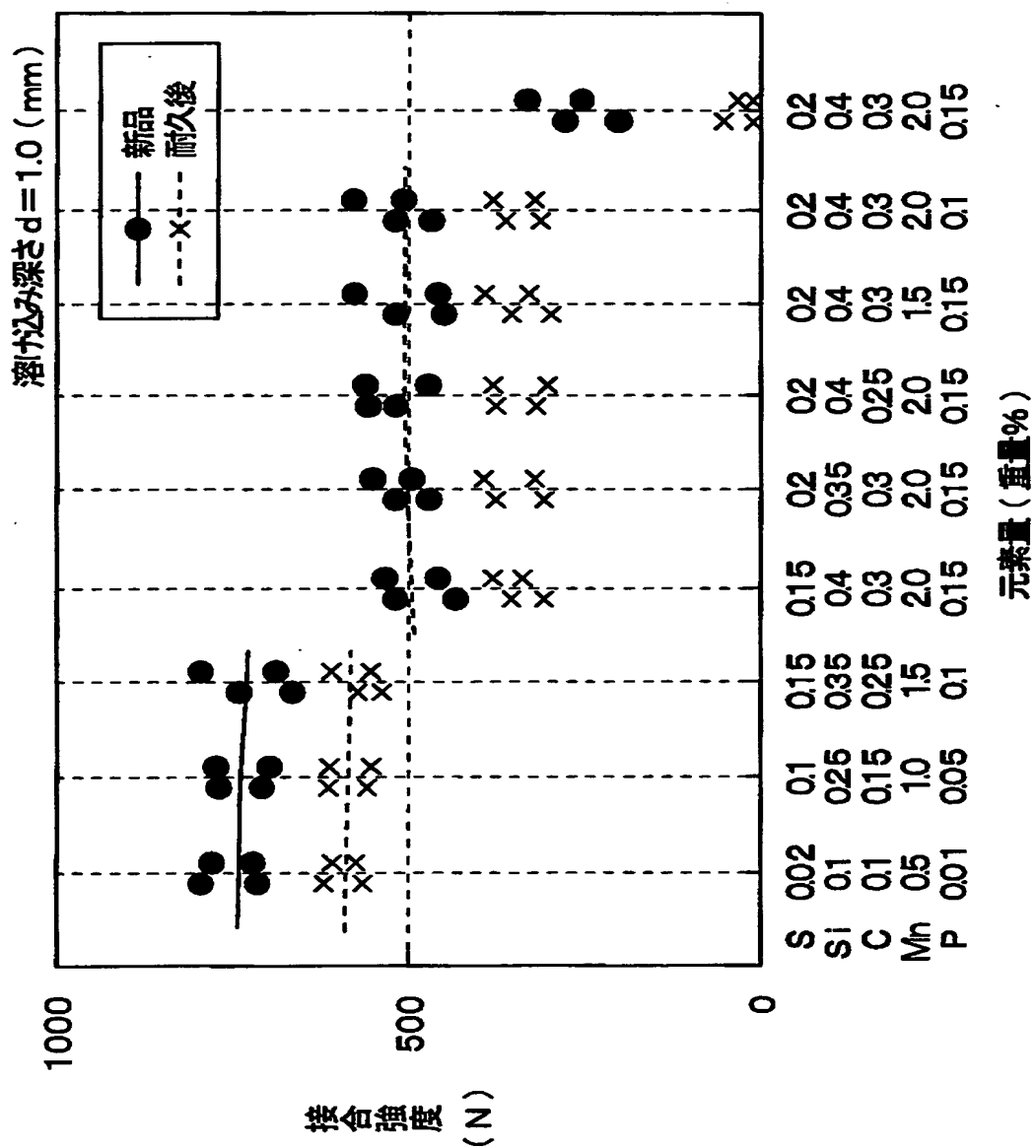
【図 4】



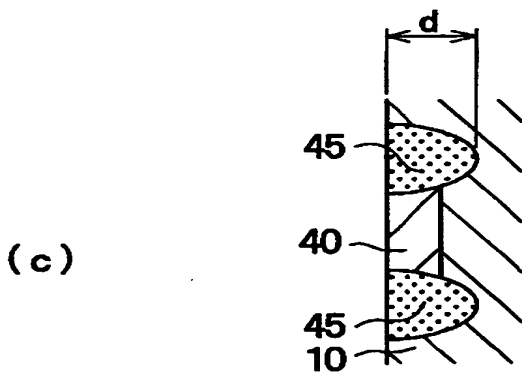
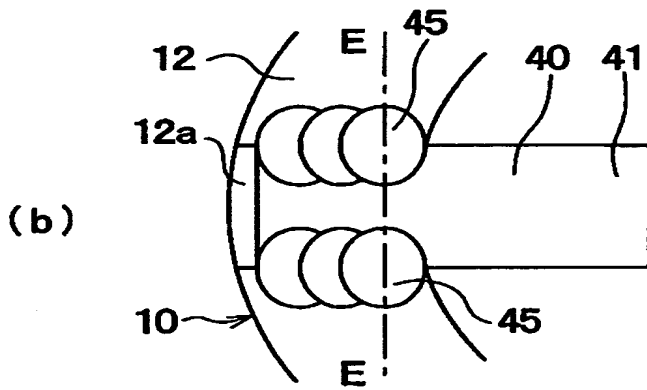
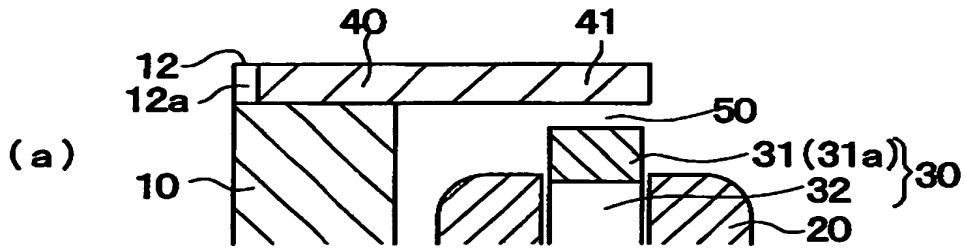
【図 5】



【図 6】

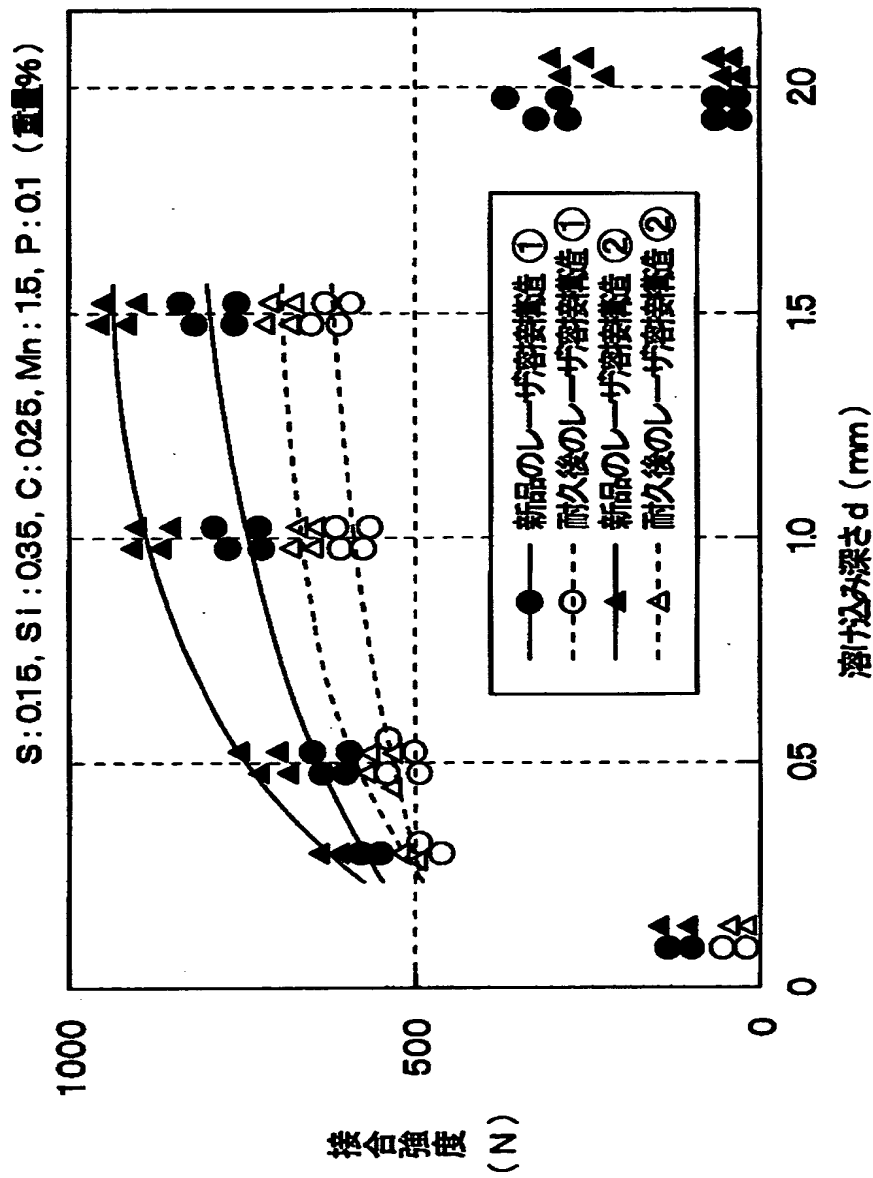


【図 7】

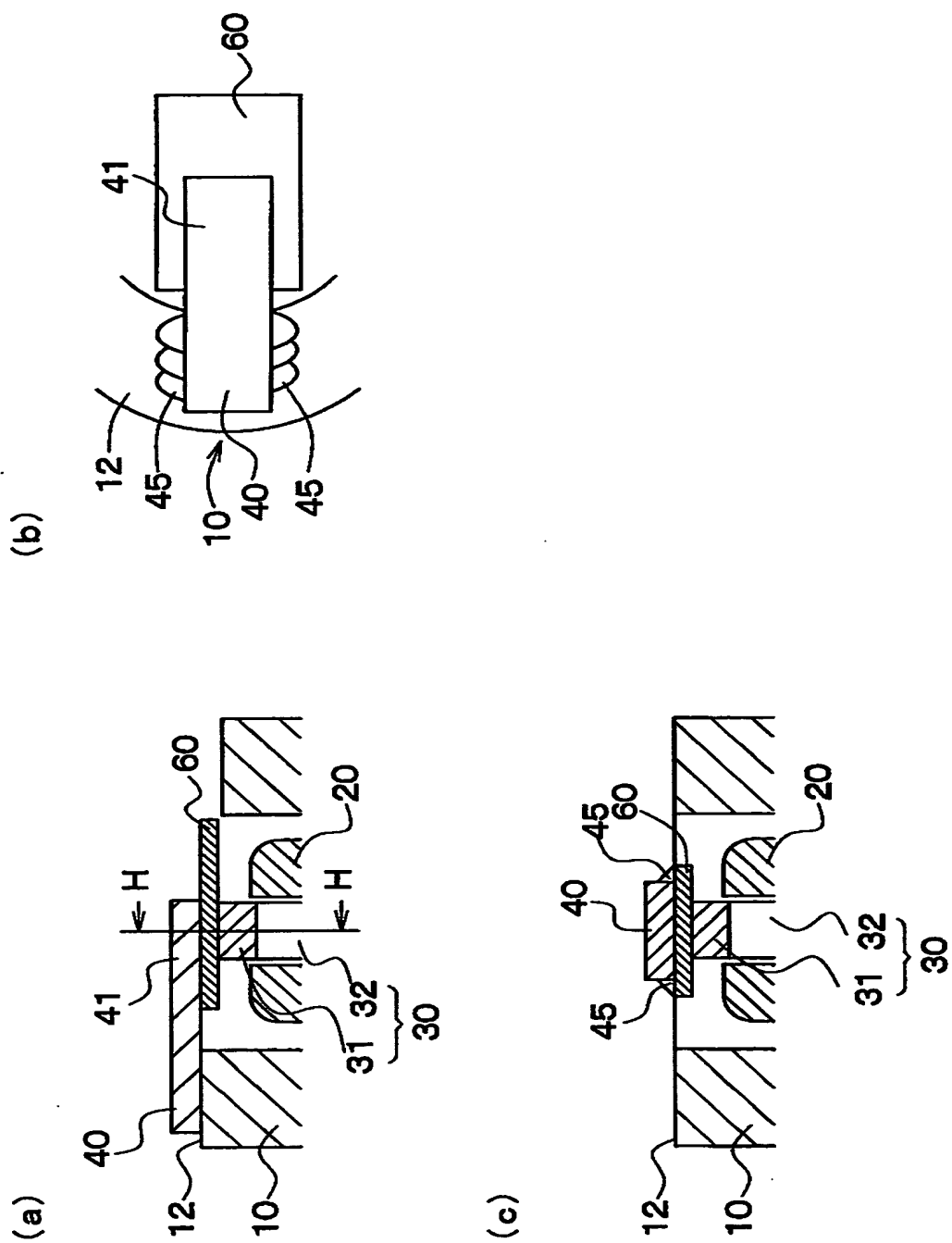




【図 8】

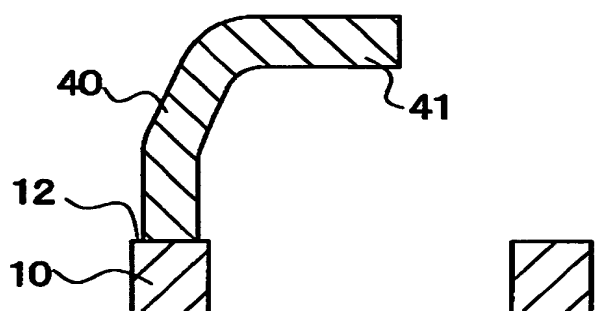


【図 9】

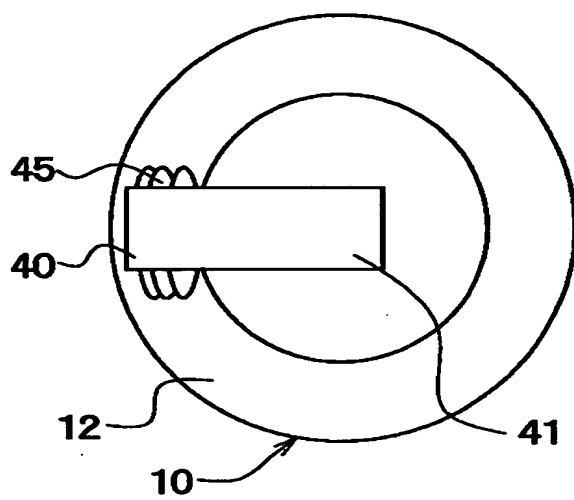


【図 1 0】

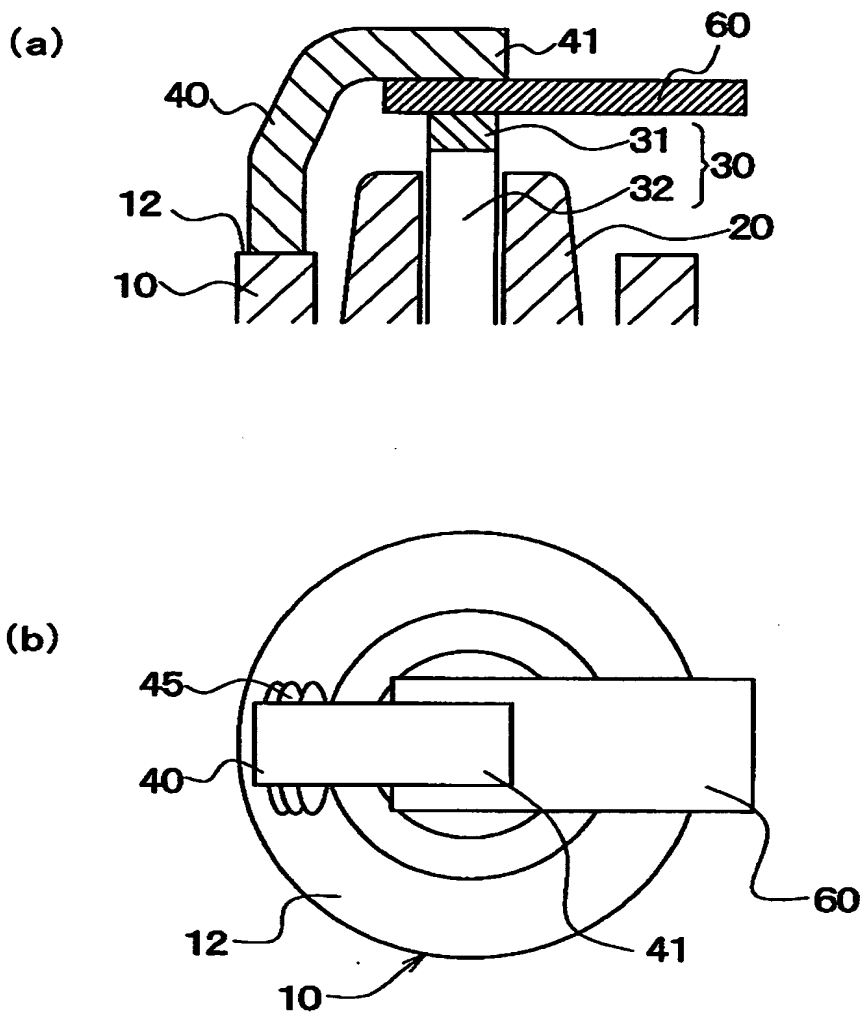
(a)



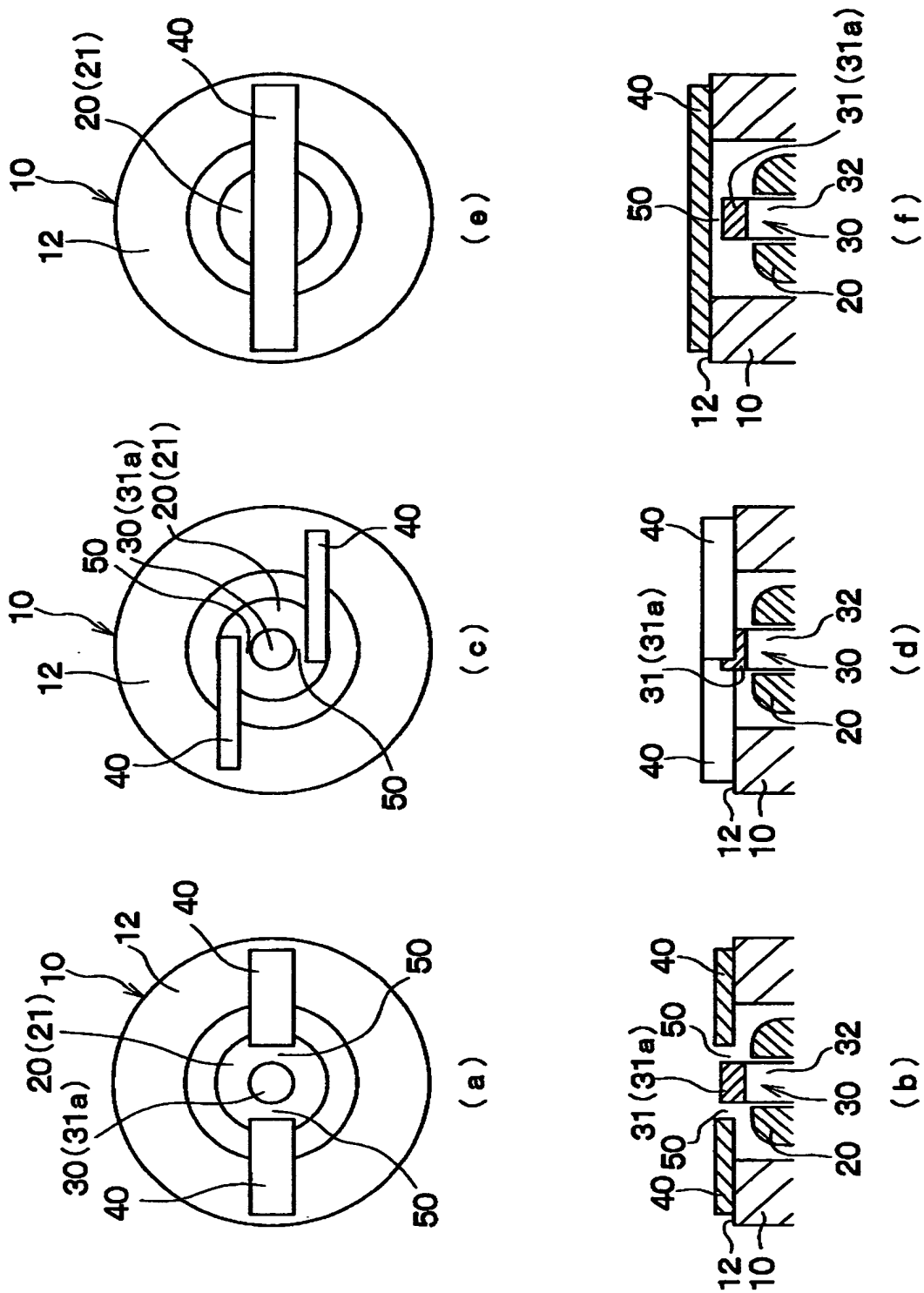
(b)



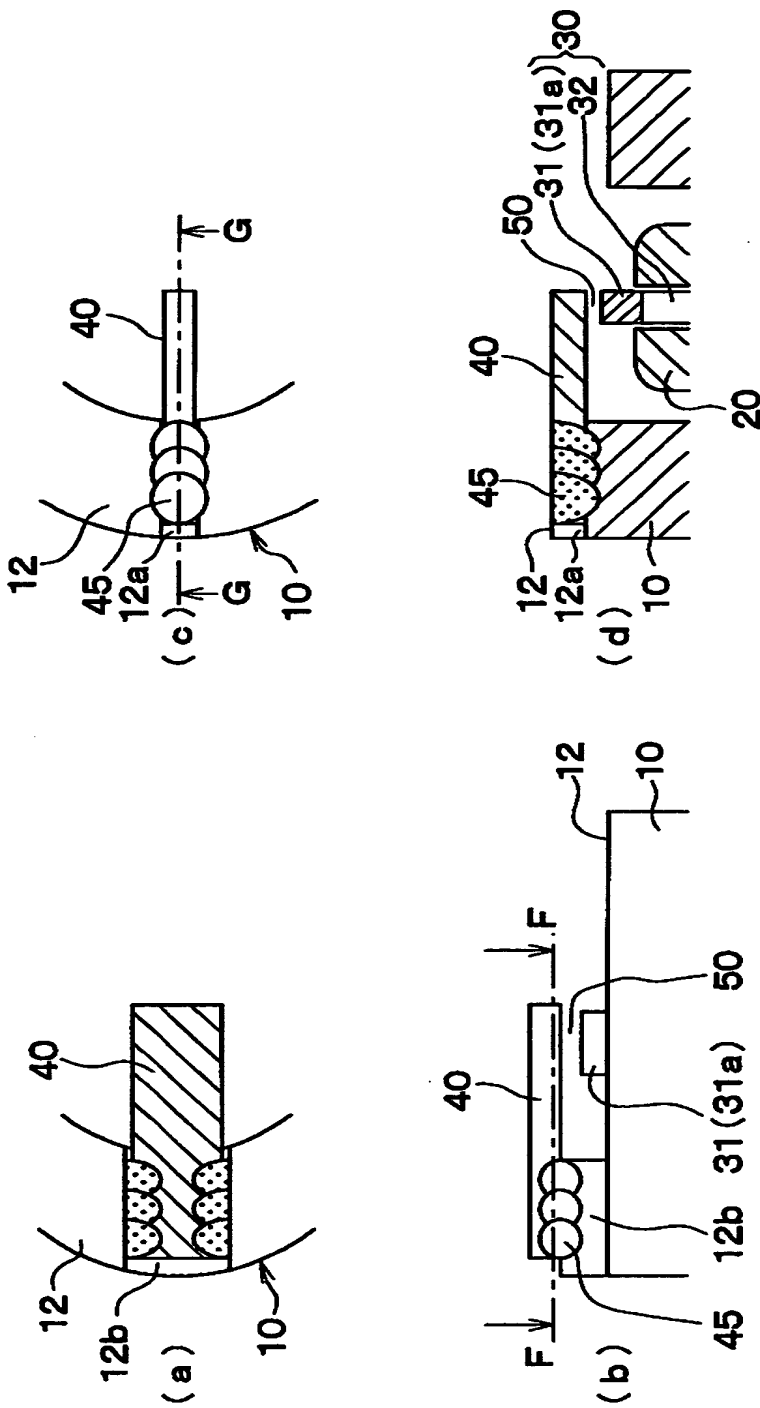
【図 1 1】



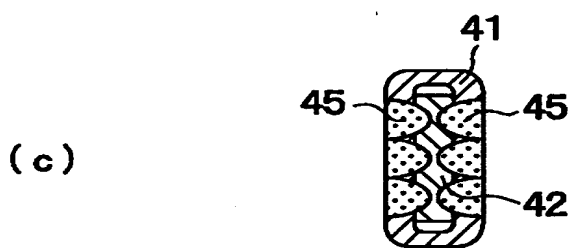
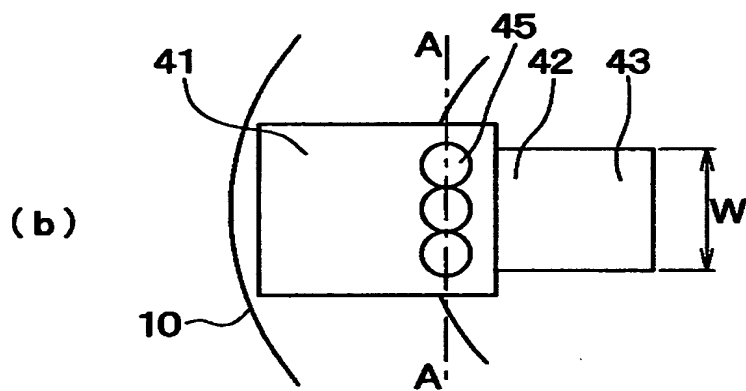
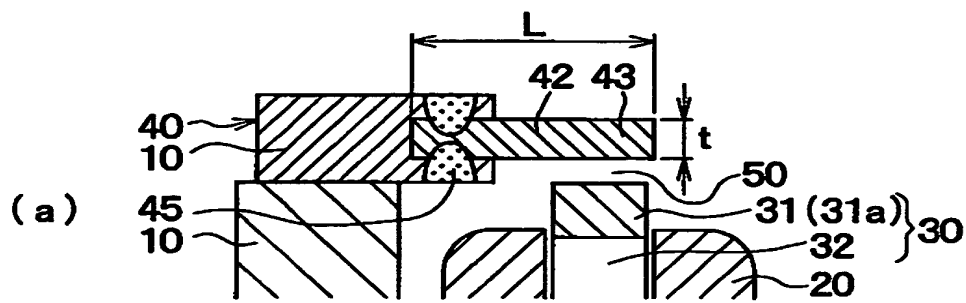
【図 12】



【図 13】



【図 1 4】



【書類名】            要約書

【要約】

【課題】    取付金具と、この取付金具に絶縁支持された中心電極と、この中心電極と放電ギャップを介して対向する接地電極とを備え、接地電極における放電部材として貴金属を用いたスパークプラグにおいて、接地電極の耐久性を向上させる。

【解決手段】    接地電極 4 0 は全てが I r 合金よりなり、取付金具 1 0 の一端面 1 2 にレーザ溶接により直接接合されている。

【選択図】            図 2



出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000004260]

1. 変更年月日 1996年10月 8日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地  
氏 名 株式会社デンソー